

Наименование конструкций	Чертеж	Расчет дорожной одежды по ОДН 218.046-01					
<p>Двухслойное покрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– верхний слой покрытия из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона на битуме БНД марки 90/130 (тип Б, марка I), h=0,06 м;</li><li>– нижний слой покрытия из горячего пористого крупнозернистого асфальтобетона на битуме БНД марки 90/130 (марка I), h=0,10 м ;</li><li>– верхний слой основания: щебеночная смесь С-4 h=0,24м;</li><li>– нижний слой основания: песок средней крупности, h=0,30м</li><li>– подстилающий слой из супеси пылеватой</li></ul>		Наименование конструктивных слоев	Схема конструкций, толщина слоев	Расчетные характеристики слоев, МПа	Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа	Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа	Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа
		Горячий мелкозернистый плотный асфальтобетон.		E 1=24 00	Eобщ 1=336		
		Горячий крупнозернистый пористый асфальтобетон.		E 2=14 00	Eобщ 2=224	Rдон=1,5	σ=1,27
		Щебеночная смесь.		E 3=250	Eобщ 3=127,5		
		Песок средней крупности.		E 4=120	Eобщ 4=75,6	Tдон=0,0138	T=0,0102
		Грунт земляного полотна супесь пылеватая.					
<p>Двухслойное покрытие:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– верхний слой покрытия из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона на битуме БНД марки 90/130 (тип Б, марка I), h=0,07 м;</li><li>– нижний слой покрытия из горячего пористого крупнозернистого асфальтобетона на битуме БНД марки 90/130 (марка I), h=0,12 м ;</li><li>– верхний слой основания: щебень, обработанный цементом марки 40, h=0,20 м;</li><li>– нижний слой основания: песок крупнозернистый, h=0,29м</li><li>– подстилающий слой из супеси пылеватой</li></ul>		Наименование конструктивных слоев	Схема конструкций, толщина слоев	Расчетные характеристики слоев, МПа	Общий модуль упругости на поверхности слоев, МПа	Допускаемые напряжения по сдвигу и растяжению, МПа	Расчетные напряжения по сдвигу и растяжению, МПа
		Горячий мелкозернистый плотный асфальтобетон.		E 1=24 00	Eобщ 1=312		
		Горячий крупнозернистый пористый асфальтобетон.		E 2=14 00	Eобщ 2=238	Rдон=1,5	σ=0,82
		Щебень, обработанный цементом.		E 3=550	Eобщ 3=148,5		
		Песок крупнозернистый.		E 4=130	Eобщ 4=76,7	Tдон=0,0135	T=0,0102
		Грунт земляного полотна супесь пылеватая.					

						ВКР – 270800.62–2016			
						ИСИ СФУ			
Изм.	Колуч	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Проектирование участка автомобильной дороги, с оценкой доковой видимости полосы, прилегающей к дороге	Стadia	Лист	Листов
Разраб.		Карнаева						3	5
Проб.		Федорова							
Зад. кафедрой		Гердаминский				Варианты конструкций дорожной одежды			К.И.Иванов, А.И.Иванов
Н.контрп.		Федорова							

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра автомобильных дорог и городских сооружений

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.В. Серватинский  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016г.

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»  
08.03.01.00.15 «Автомобильные дороги»

Проектирование участка автомобильной дороги с оценкой боковой видимости  
полосы, прилегающей к дороге

Руководитель	_____	<u>ст. преподаватель</u>	<u>Т.А. Фёдорова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Выпускник	_____	<u>Е.Н. Карнаева</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролер	_____	<u>Т.А.Фёдорова</u>
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Анализ исходных данных	5
2 Природные условия района проектирования	6
2.1 Климат	6
2.2 Рельеф	9
2.3 Растительность и почвы	9
2.4 Инженерно – геологические условия	10
2.5 Гидрологические условия	10
2.6 Заключение по природным условиям	10
3 Обоснование технических нормативов дороги	11
3.1 Определение категории дороги	11
3.2 Основные технические показатели автомобильной дороги	13
4 Проектирование вариантов трассы	15
4.1 Описание трассы по воздушной линии	15
4.2 Описание первого варианта трассы	15
4.3 Описание второго варианта трассы	16
4.4 Сравнение вариантов трассы	16
5 Продольный профиль для выбранного варианта трассы	18
5.1 Обоснование руководящих отметок	18
5.1.1 Руководящая отметка для 1 типа местности по увлажнению	18
5.1.2 Руководящая отметка для 2 типа местности по увлажнению	19
5.2 Обоснование контрольных точек проектной линии	20
5.3 Описание проектной линии	21
6 Проектирование дорожной одежды	22
6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды	24
6.1.1 Расчет по упругому прогибу	25
6.1.2 Расчет по условию сдвигаустойчивости в грунте	26

6.1.3	Расчет на сопротивление монолитных слоев от растяжения	28
6.1.4	Расчет на морозоустойчивость	29
6.2	Расчет второго варианта дорожной одежды	30
6.2.1	Расчет по упругому прогибу	31
6.2.2	Расчет по условию сдвигустойчивости в грунте	33
6.2.3	Расчет на сопротивление монолитных слоев от растяжения	34
6.2.4	Расчет на морозоустойчивость	36
7	Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды	38
8	Поперечные профили дороги	40
9	Проектирование системы водоотвода	32
10	Расчет боковой видимости полосы, прилегающей к дороге	43
10.1	Расчет для сухого асфальтобетонного покрытия	45
10.2	Расчет для мокрого асфальтобетонного покрытия	46
	Заключение	49
	Список использованных источников	50
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	52
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	53
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	55

## **Введение**

Автомобильные дороги – это комплекс искусственных сооружений, который должен обеспечивать беспрепятственный пропуск транспортных средств с расчетными скоростями и должным уровнем комфорта.

При вариантном проектировании следует отдавать предпочтение тому варианту, где будет обеспечено наиболее безопасное движение, наибольший срок службы дорожной одежды, земляного полотна и искусственных сооружений. Для этого необходимо соблюдать оптимальное сочетание элементов плана и профиля дорог, выбрать тип покрытия и конструкцию дорожной одежды, которая обеспечит благоприятные условия эксплуатации автомобильной дороги, при этом сведя к минимуму дорожно-транспортные происшествия, зависящие от дорожных условий.

В данной работе требуется запроектировать автомобильную дорогу в Березовском районе, Красноярского края, выбрать наиболее прочную и выгодную конструкцию дорожной одежды

Серьезной проблемой при проектировании автомобильных дорог является обеспечение боковой видимости. Ситуация, окружающая водителя, по мере движения автомобиля постоянно меняется. В связи с этим, в данной работе, мы выполним расчет расстояния боковой видимости полосы, прилегающей к дороге на всем протяжении и сделаем определенные выводы.

## **1 Анализ исходных данных**

Район проектирования – Березовский район, Красноярский край;

Исходная интенсивность движения – 853 авт./сут;

Состав движения:

Легковые – 67%;

От 2 до 6 тонн – 13%;

От 6 до 8 тонн – 10%;

От 8 до 14 тонн – 4%;

Автобусы – 6%.

## 2 Природные условия района проектирования

### 2.1 Климат

Климатическая характеристика района изысканий приводится по данным метеорологической станции г. Красноярска Березовского района и СП 131.13330.2012 Строительная климатология [1]. Дорожно–климатическая зона – III. Зона значительного увлажнения в отдельные годы. Значительное увлажнение летом и осенью.

Климат района проектирования – резко континентальный. Зима холодная и продолжительная, лето – жаркое и короткое. За год в среднем выпадает порядка 400 мм атмосферных осадков. Необходимые для расчетов и проектирования дороги данные приведены в ведомости климатических показателей (табл. 1)

Таблица 1 – Ведомость климатических показателей

Показатель		Ед.изм.	Величина
1 Абсолютная температура воздуха	минимальная	°С	–49
	максимальная	°С	+40
2 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения	0,98	°С	-38
	0,92	°С	-37
3 Преобладающее направление ветра за	декабрь-февраль	-	ЮЗ
	июнь-август	-	С
4 Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь		м/с	2,8
5 Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль		м/с	2,0
6 Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее	холодного месяца	%	80
	теплого месяца	%	67
7 Количество осадков за	ноябрь-март	мм	104
	апрель-октябрь	мм	284
8 Расчетная толщина снежного покрова с обеспеченностью 5%		м	0,5
9 Расчетная глубина промерзания грунтов		см	220

Таблица 2 – Данные по скоростям и повторяемости ветра

	Январь								Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Ско рост ь ветр а	1,9	2,8	2,6	2,3	2,3	4,7	5,1	2,8	2,8	3,1	2,8	2,5	2,6	3,1	2,9	2,5
Пов торя емос ть	3	23	23	10	7	19	12	3	7	18	15	10	8	19	14	9

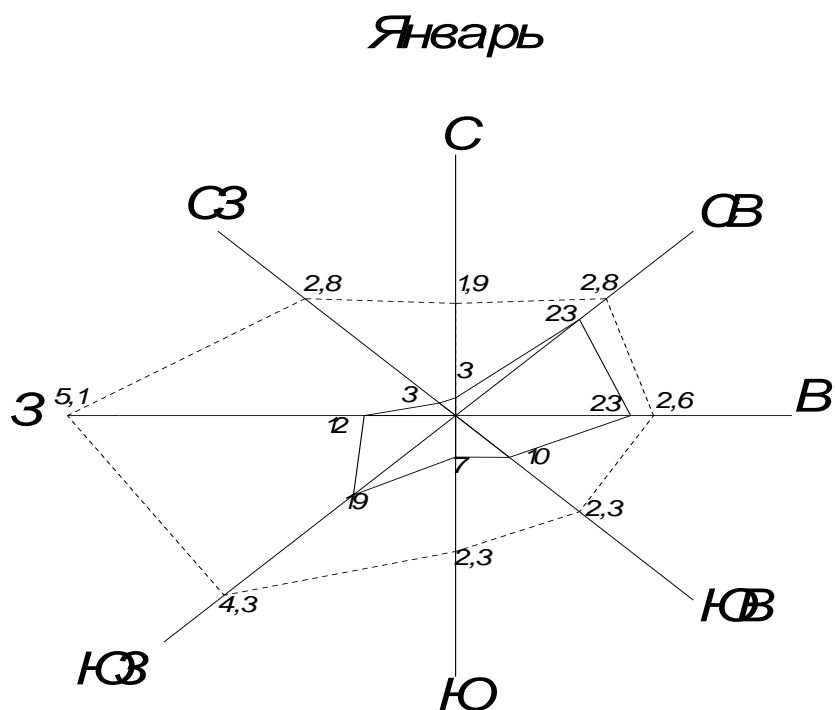


Рисунок 1 – Роза ветров январь;

- - - - - средняя скорость ветра, м/с; — — — — — повторяемость, %



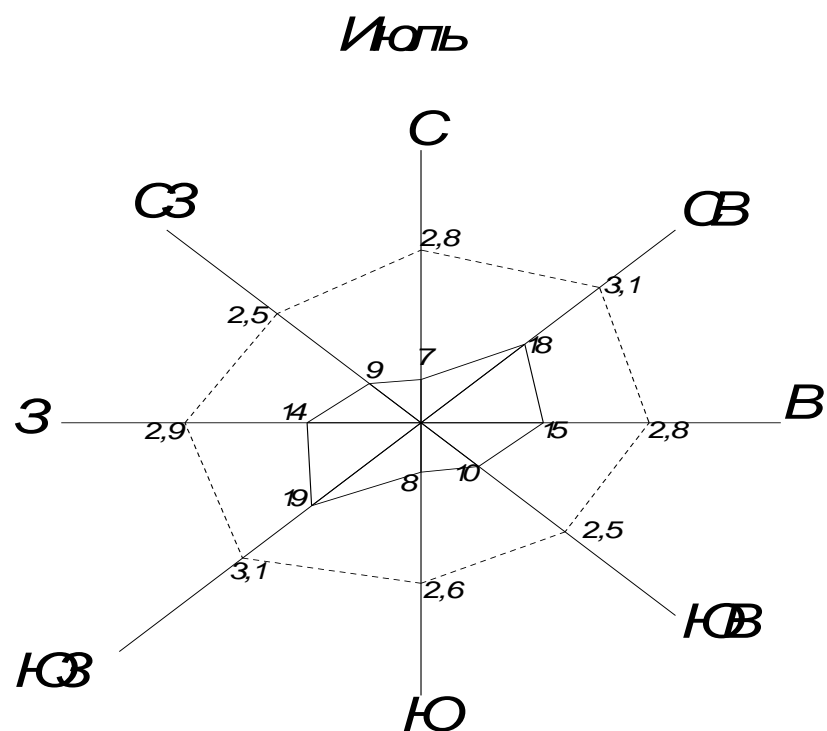


Рисунок 2 – Роза ветров июль;

- - - - средняя скорость ветра, м/с; — — — — повторяемость, %

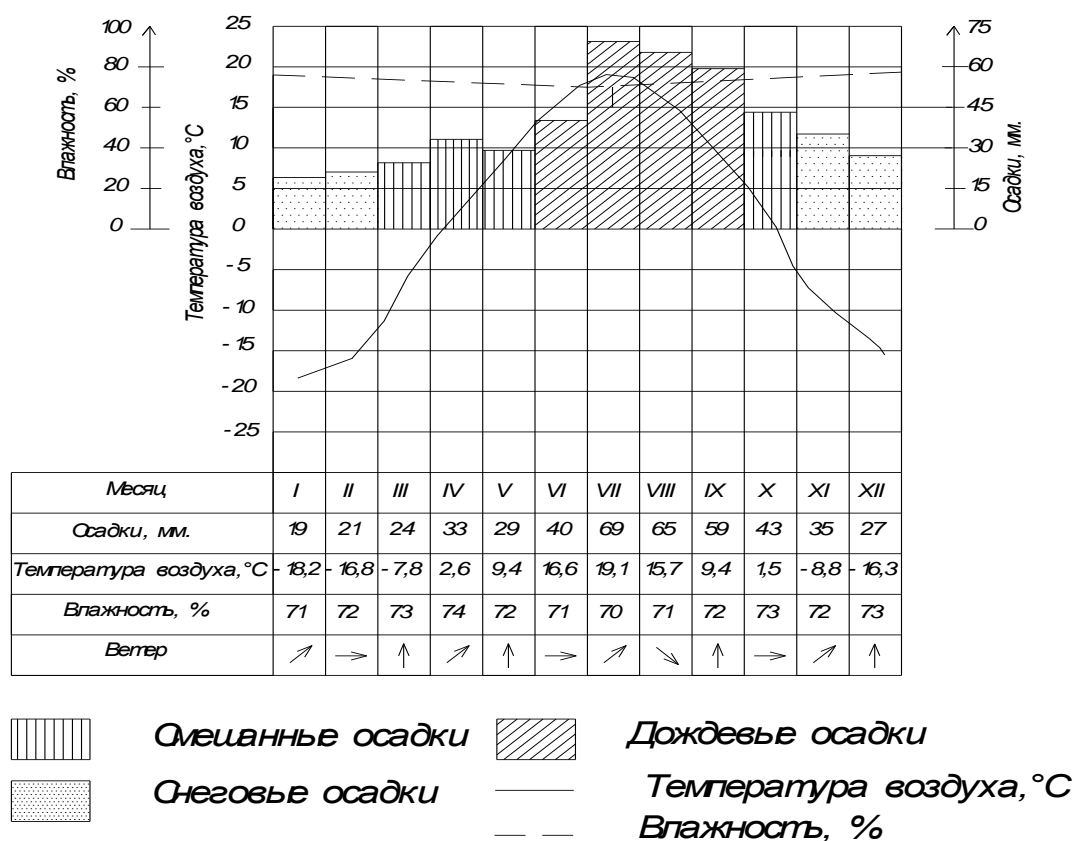


Рисунок 3 – Дорожно-климатический график

## 2.2 Рельеф

В районе проектирования автодороги рельеф преимущественно холмистый. Преобладают холмы невысокие, пологие. Максимальная возвышенность над уровнем моря в районе проектирования – 261 м, минимальная – 215 м [16].

## 2.3 Растительность и почвы

В районе проложения трассы преобладают небольшие березовые рощи, чередующиеся с сосновыми, а также лиственными лесами. На отдельных участках преобладает разнотравная степная растительность, в частности на возвышенностях [16].

## **2.4 Инженерно-геологические условия**

Из всех видов минерального сырья в районе имеются горючие ископаемые, строительные материалы, подземные воды, огнеупорное и горнотехническое сырье, оптический кварц, поделочные камни. Наибольшее количество месторождений полезных ископаемых разведано в непосредственной близости г. Красноярска, как основного потребителя минерального сырья. Ведется активная добыча полезных ископаемых – известняков, гранита, гравия, песка, щебня [16].

## **2.5 Гидрологические условия**

Гидрологические условия в сочетании с глубоким сезонным промерзанием земляного полотна обеспечивают развитие пучинных деформаций на автомобильных дорогах и существенно влияют на сокращение срока службы дорожных одежд [16].

## **2.6 Заключение по природным условиям**

Проанализировав природные условия района проектирования участка автомобильной дороги, можно сделать вывод, что район пригоден для строительства.

### 3 Обоснование технических нормативов дороги

#### 3.1 Определение категории дороги

Категорию дороги определяем исходя из перспективной интенсивности по формуле [7]:

$$N = N_{\text{исх}} \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t, \quad (3.1)$$

где  $N_{\text{исх}}$  – исходная интенсивность движения, прив.ед./сут;

$P$  – процент ежегодного прироста интенсивности, %;

$t$  – перспективный период, годы.

Определяем исходную интенсивность каждого типа автомобиля по формуле:

$$N_i = N_{\text{исх}} \frac{P_i}{100} \quad (3.2)$$

$$N_1 = N_{\text{исх}} \frac{P_{\text{л}}}{100} = 853 \cdot \frac{67}{100} = 571,51 \text{ авт./сут}$$

$$N_2 = N_{\text{исх}} \frac{P_{2-6\text{т}}}{100} = 853 \cdot \frac{13}{100} = 110,89 \text{ авт./сут}$$

$$N_3 = N_{\text{исх}} \frac{P_{6-8\text{т}}}{100} = 853 \cdot \frac{10}{100} = 85,3 \text{ авт./сут}$$

$$N_4 = N_{\text{исх}} \frac{P_{8-14\text{т}}}{100} = 853 \cdot \frac{4}{100} = 34,12 \text{ авт./сут}$$

$$N_5 = N_{\text{исх}} \frac{P_{\text{авт}}}{100} = 853 \cdot \frac{6}{100} = 51,18 \text{ авт/сут}$$

Далее вычисляем исходную интенсивность движения, измеряемую в приведенных единицах, используя коэффициенты приведения [2, п.4.4] по формуле:

$$N_{\text{пр.исх.}} = \sum_{i=1}^M N_i \cdot K_i, \quad (3.3)$$

где  $K_i$  – коэффициент приведения для  $i$ -го транспортного средства соответственно;

$M$  – количество типов транспортных средств в потоке.

$$N_{\text{пр.л.}} = N_1 \cdot K_1 = 571,51 \cdot 1 = 571,51 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N_{\text{пр.2-6т}} = N_2 \cdot K_2 = 110,89 \cdot 1,4 = 155,25 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N_{\text{пр.6-8т}} = N_3 \cdot K_3 = 85,3 \cdot 1,6 = 136,48 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N_{\text{пр.8-14т}} = N_4 \cdot K_4 = 34,12 \cdot 1,8 = 61,42 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N_{\text{пр.авт.}} = N_5 \cdot K_5 = 51,18 \cdot 2,5 = 127,95 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N_{\text{пр.исх.}} = \sum_{i=1}^M N_i \cdot K_i = 1052,61 \text{ прив.авт./сут}$$

$$N = N_{\text{исх}} \left(1 + \frac{P}{100}\right)^t = 1052,61 \left(1 + \frac{7,1}{100}\right)^{20} = 4150,08 \approx 4150 \text{ прив.авт./сут}$$

В соответствии с таблицей 4.1 СП 34.13330.2012 дорога относится к III категории.

### 3.2 Основные технические показатели автомобильной дороги

Основные технические показатели проектируемой автомобильной дороги приводим по СП 34.13330.2012 [2] и сводим данные в таблицу 3.

Таблица 3 – Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Категория дороги	-	III
Расчетная скорость движения:		
-основная	км/ч	100
допускаемая на трудных участках местности:		
-пересеченной	км/ч	80
-горной	км/ч	50
Число полос движения	шт.	2
Ширина полосы движения	м	3,5
Ширина проезжей части	м	7,0
Ширина обочин	м	2,5
Ширина земляного полотна	м	12
Наибольший продольный уклон:		
-основной	%	50
на трудных участках местности:		
-пересеченной	%	60
Наименьшие радиусы кривых в плане:		
-основные	м	600
на трудных участках местности:		
-горной	м	400
Расчетные расстояния видимости (основные):		
-поверхности дороги	м	200
-встречного автомобиля	м	350

### Окончание таблицы 3

Наименьшие радиусы выпуклых кривых профиля	м	10000
Наименьшие радиусы вогнутых кривых:		
-основные	м	3000
-в исключительных случаях	м	2000

## **4 Проектирование вариантов трассы**

### **4.1 Описание трассы по воздушной линии**

Начало трассы на ПК 0+00, конец на ПК 46+80. Общая протяженность трассы составляет 4680 м. С ПК 2+40 по ПК 8+30 трасса пересекает лесной массив. На ПК 11+00 трасса пересекает дорогу V категории. С ПК 21+20 по ПК 43+80 трасса также пересекает лесные массивы. Рельеф варианта трассы по воздушной линии – сильно пересеченный, поэтому проектирование по воздушной линии нецелесообразно.

### **4.2 Описание первого варианта трассы**

Начало трассы на ПК 0+00, конец на ПК 50+00. Общая протяженность трассы составляет 5000 м. Трасса проложена методом тангенсов. Она имеет четыре угла поворота. Первый угол на ПК 6+70 принят с целью обхода жилых домов, как и второй угол на ПК 17+70. Величина поворота первого угла 25 °, второго – 22 °. Третий угол на ПК 33+40 принят с целью обхода лесных массивов по наиболее спокойному рельефу, величина угла составляет 35 °. Четвертый угол на ПК 44+10 принят с целью прихода трассы к конечному пункту, величина угла 31°. Трасса проходит по слабохолмистому рельефу. Коэффициент удлинения трассы  $K_{уд}=1,07$ .



### 4.3 Описание второго варианта трассы

Начало трассы на ПК 0+00, конец на ПК 51+00. Общая протяжённость трассы составляет 5100 м. Трасса проложена методом тангенсов. Она имеет 4 угла поворота. Первый угол на ПК 10+00 принят из условия трассирования по наиболее спокойному рельефу, величина угла составляет 24 °. Второй угол на ПК 22+60 принят с целью обхода жилых домов, величина угла составляет 14°. Третий угол на ПК 36+60 принят с целью обхода лесных массивов, величина угла 33°. Четвертый угол на ПК 45+10 принят с целью прихода трассы к конечному пункту, величина угла 25°. С ПК 0+00 по ПК 11+00 трасса проходит по холмистому рельефу, с ПК 11+00 по ПК 51+00 по слабохолмистому. Коэффициент удлинения трассы  $K_{уд}=1,09$ .

### 4.4 Сравнение вариантов трассы

Сравнение вариантов трассы ведем по технико-эксплуатационным показателям [2]. Лучшим считается вариант, имеющий больше преимуществ. Техничко-эксплуатационные показатели заносим в таблицу 4

Таблица 4 – Сравнение вариантов трассы

Показатели	Ед. изм.	I-й вариант	II-й вариант	Преимущество	
				I-й вариант	II-й вариант
1 Длина трассы	м	5000	5100	+	-
2 Коэффициент удлинения трассы	-	1,07	1,09	+	-
3 Средняя величина угла поворота	рад/м	0,0004	0,0004	=	=
4 Средняя величина закругления	м/рад	1592	1524	+	-

#### Окончание таблицы 4

5 Суммарная протяженность пересекаемых трассой участков лесов болот сельхозугодий населенных пунктов	м	340 0 0 600	400 0 0 612	+	-
6 Протяженность участков местности с уклоном по трассе до 30‰	м	5000	5100	+	-
7 Протяженность участков местности с уклоном по трассе, превышающим максимально допустимое значение уклона проектной линии 50‰	м	-	-	=	=
8 Протяженность участков по косогору с уклоном 90‰	м	-	-	=	=
9 Число искусственных сооружений на водотоках: больших и средних мостов малых мостов и труб	шт	- 5	- 6	= +	= -
10 Число пересечений с автомобильными дорогами	шт	2	3	+	-
11 Число пересечений с железными дорогами	шт	-	-	=	=

На основании таблицы 4 делаем вывод, что первый вариант трассы имеет большее количество преимуществ, следовательно, для дальнейшего проектирования выбираем первый вариант. Ведомость углов поворота, прямых и кривых приведена в приложении А.

## **5 Продольный профиль для выбранного варианта трассы**

Для построения продольного профиля выбранного варианта снимаем отметки земли на всех пикетах, а также на плюсовых точках по оси дороги. К плюсовым точкам относят места резкого изменения крутизны склонов (характеризуются сгущением или разрежением горизонталей), переломные точки на понижениях или возвышениях рельефа местности, места пересечения трассы с существующими автомобильными и железными дорогами, места пересечения с водотоками.

Ведомость отметок земли по длине трассы приведены в приложении Б.

### **5.1 Обоснование руководящих отметок**

Руководящая отметка необходима для того, чтобы определить оптимальную высоту насыпи, которая обеспечит нормальные условия эксплуатации земляного полотна. Её определяют с учетом дорожно-климатической зоны, категории дороги, вида грунта рабочего слоя, типа местности по увлажнению и условиям снегонезаносимости.

#### **5.1.1 Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению**

Руководящая отметка первого типа местности назначается из условия снегонезаносимости дороги. Оно заключается в том, что отметка бровки насыпи должна бы не менее величины  $h_p$ , определяемой в соответствии с [2] по формуле

$$h_p = h_{\text{сн}} + \Delta h = 0,5 + 0,6 = 1,1,$$

где  $h_{\text{сн}}$  – расчетная толщина снежного покрова 5% обеспеченности,

$\Delta h$  – возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова, зависящее от категории автомобильной дороги (для III категории дороги  $\Delta h=0,6$ ).

$$h_I = h_p + i_{\text{об}} \cdot b_{\text{об}} + \frac{i_{\text{пч}} \cdot b_{\text{пч}}}{2} = 1,1 + 0,04 \cdot 2,5 + \frac{0,02 \cdot 7}{2} = 1,27 \text{ м},$$

где  $i_{\text{об}}$  – поперечный уклон обочины (40‰),

$i_{\text{пч}}$  – поперечный уклон проезжей части (20‰),

$b_{\text{об}}$  – ширина обочины,

$b_{\text{пч}}$  – ширина проезжей части.

### **5.1.2 Руководящая отметка для второго типа местности по увлажнению**

Руководящую отметку для второго типа местности определяют от верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или уровня поверхностных вод. При этом считают, что поверхностный сток воды не обеспечен и вода стоит не более 30 суток [2].

При необеспеченном стоке кратковременно стоящих вод руководящая отметка вычисляется по формуле

$$h_I = h_2^{\text{норм}} + h_{\text{п.в.}} + \frac{i_{\text{пч}} \cdot b_{\text{пч}}}{2} = 1,4 + 0 + \frac{0,02 \cdot 7}{2} = 1,47,$$

где  $h_2^{\text{норм}}$  - возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над поверхностью земли,

$h_{\text{п.в.}}$  – толщина слоя воды над поверхностью земли.

Для третьего типа местности по увлажнению расчет не ведем, так как в данной работе он отсутствует.

## 5.2 Обоснование контрольных точек проектной линии

К контрольным точкам проектной линии относят начало и конец трассы, минимальные отметки насыпи над трубами, отметки проезжей части мостов и путепроводов, отметки головки рельса железной дороги и отметки осей проезжих частей существующих автомобильных дорог на пересечениях в одном уровне с проектируемой дорогой, отметки поверхности болота.

Так как в данной работе отсутствуют пересечения с железной дорогой и болотами, определим минимальную отметку насыпи над трубой на ПК 7+00 по формуле

$$h_{\text{тр.мин}} = H_3 + d + \Delta + \delta = 246,20 + 1,5 + 0,5 + 0,12 = 248,32,$$

где  $H_3$  – отметка земли на данном пикете,

$d$  – диаметр трубы (1,5м),

$\Delta$  - минимальная толщина засыпки над трубой (0,5м),

$\delta$  – толщина стенки трубы (0,12-0,14м).

Сведем полученные результаты в таблицу 5.

Таблица 5 – Ведомость контрольных точек по трассе

Местоположение точки		Отметка, м	Вид контрольной точки
ПК	+		
0	00	258,27	Начало трассы
7	00	248,38	Труба
10	80	251,76	Дорога V категории
25	00	237,12	Труба
33	00	230,76	Труба
35	00	231,27	Дорога V категории
140	00	225,12	Труба
45	00	222,12	Труба
50	00	217,27	Конец трассы

### 5.3 Описание проектной линии

Проектная линия построена по методу тангенсов в основном по обертывающей в рекомендуемых рабочих отметках. Незначительные отклонения имеются на участках пересечения пониженных мест. На водораздельных участках имеют место выемки. Максимальная глубина выемки составляет 4,52м, минимальная 1,44м. Продольный уклон не превышает 30‰, максимальный уклон составляет 23‰. Трасса имеет тринадцать вписанных вертикальных кривых, из них шесть – выпуклые, семь – вогнутые. Радиусы выпуклых вертикальных кривых находятся в пределах от 12000м до 30000м, вогнутых – от 4000м до 35000м. Сопряжения прямолинейных участков с уклоном одного знака отсутствуют. На всем протяжении проектная линия обеспечивает в продольном профиле видимость больше минимально допустимой. Боковая видимость рассмотрена в главе 10.

## 6 Проектирование дорожной одежды

Дорожная одежда – это инженерная многослойная конструкция, воспринимающая нагрузку от транспортных средств и передающая ее на грунтовые основания или на подстилающий грунт.

В данной работе разработано два варианта дорожной одежды. При расчете дорожной одежды руководствуемся ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [3]. Рассчитаем два варианта конструкции дорожной одежды, которые должны удовлетворять четырем условиям:

- по допускаемому упругому прогибу;
- на растяжение при изгибе монолитных слоев;
- на сдвиг в грунте земляного полотна;
- на морозостойкость

Исходные данные:

- 1) Район проектирования – Березовский район, район Лопатино;
- 2) Объект проектирования – дорога III категории;
- 3) Дорожно-климатическая зона – III;
- 4) Грунт земляного полотна в активной зоне – песок;
- 5) Местность по условиям увлажнения – 1;
- 6) Перспективная интенсивность автомобилей составляет 2387 авт./сут.
- 7) Состав движения транспортного потока

Таблица 6 – Состав транспортного потока

Состав	%	$N_m$	$S_m$	$N_p$
до 2т	67	1599,29	0	0
от 2 до 6 т	13	310,31	0,2	62,06
от 6 до 8 т	10	238,7	0,7	167,09
от 8 до 14 т	4	95,48	1,25	119,35
автобусы	6	143,22	0,7	100,25
Всего:				448,75

Приведенную расчётную интенсивность находим по формуле [3]

$$N_{p.} = f_{\text{пол}} \cdot \sum_{m=1}^n N_m \cdot S_m = 0,55 \cdot 448,75 = 246,81,$$

где  $f_{\text{пол}}$  – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним;

$n$  – общее число марок транспортных средств в составе потока;

$N_m$  – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств  $m$ -ой марки;

$S_m$  – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства.

Находим суммарное расчётное количество приложенной расчётной нагрузки за срок службы по формуле

$$\sum N_{p.} = 0,7 \cdot N_{p.} \cdot \frac{K_c}{q^{(T_c-1)}} \cdot T_{\text{рдг}} \cdot K_n = 0,7 \cdot 246,81 \cdot \frac{20}{1,04^{15-1}} \cdot 150 \cdot 1,38 = 413042 \text{ авт}$$

где  $K_c$  – коэффициент суммирования;

$q$  – приращение интенсивности по годам;

$T_{\text{сл}}$  – заданный срок службы дорожной одежды;

$T_{\text{рдг}}$  – расчетное число рабочих дней в году;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от средне ожидаемого.

Далее определяем требуемый модуль упругости по формуле

$$E_{mp} = 98,65 \cdot [\lg(\sum N_{p.}) - c] = 98,65 \cdot [\lg(413042) - 3,2] = 236,76 \text{ МПа}$$



где  $c$  – эмпирический параметр при расчетной нагрузке на ось 100 кН.

Так как по ОДН 218.046-01  $E_{min} = 220$  МПа, то принимаем  $E_{тр} = 236,76$  МПа.

### 6.1 Расчет первого варианта дорожной одежды

Предварительно назначаем конструкцию дорожной одежды, расчетные значения расчетных параметров для расчета по допускаемому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости, а также для расчета на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе и сводим данные в таблицу 7.

Таблица 7 – Расчетные характеристики первого варианта дорожной одежды

№	Наименование слоя	$h_i, \text{см}$	$E_{\text{прог}}$	$E_{\text{сдв}}$	Растяжение при изгибе			
					$E$	$R_0$	$\alpha$	$m$
1	Асфальтобетон плотный, м/з, тип Б, на битуме БНД 90/130, горячий	6	2400	1200	3600	9,5	6,3	5,0
2	Асфальтобетон пористый, к/з на битуме БНД 90/130	10	1400	800	2200	7,8	7,6	4,0
3	Щебеночная смесь С-4	24	250	250	250	-	-	-
4	Песок средней крупности	30	120	120	120	-	-	-
5	Супесь пылеватая	-	46	46	46	-	-	-

### 6.1.1 Расчет по упругому прогибу

Расчет ведем послойно, начиная с подстилающего грунта

$$1) \frac{E_n}{E_b} = \frac{E_{гр}}{E_{пес}} = \frac{46}{120} = 0,38,$$

где  $E_{гр}$  – модуль упругости подстилающего грунта, МПа;

$E_{пес}$  – модуль упругости песка.

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{пес}}{D} = \frac{30}{39} = 0,77 ;$$

где  $h^{пес}$  – высота слоя песка, см;

$D$  – диаметр расчетного отпечатка шины, см

По номограмме определяем  $\frac{E_{пес}^{общ}}{E_{пес}} = 0,63$ , тогда

$$E_{общ}^{пес} = 0,63 \cdot 120 = 75,6 \text{ МПа}$$

$$2) \frac{E_n}{E_b} = \frac{E_{общ}^{пес}}{E_{щеб}} = \frac{75,6}{250} = 0,30 ;$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{щеб}}{D} = \frac{24}{39} = 0,62 ;$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{общ}^{щеб}}{E_{щеб}} = 0,51$ , тогда

$$E_{общ}^{щеб} = 0,51 \cdot 250 = 127,5 \text{ МПа}$$

$$3) \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{в}}} = \frac{E_{\text{общ}}^{\text{шсб}}}{E_{\text{а/б2}}} = \frac{127,5}{1400} = 0,091$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{\text{а/б2}}}{D} = \frac{10}{39} = 0,26$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}}}{E_{\text{а/б2}}} = 0,16$ , тогда

$$E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}} = 0,16 \cdot 1400 = 224 \text{ МПа}$$

$$4) \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{в}}} = \frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}}}{E_{\text{а/б1}}} = \frac{224}{2400} = 0,093$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{\text{а/б1}}}{D} = \frac{6}{39} = 0,15$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б1}}}{E_{\text{а/б1}}} = 0,14$ , тогда

$$E_{\text{общ}} = 0,14 \cdot 2400 = 336 \text{ МПа}$$

Так как требуемый модуль упругости  $E_{\text{тр}}=236,76 \text{ МПа}$ , определяем требуемый коэффициент прочности по упругому прогибу по формуле

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{336}{236,76} = 1,42$$

Требуемый минимальный коэффициент прочности для расчета по упругому прогибу  $K_{\text{пр}}=1,17$ , следовательно

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр}}$$

$$1,42 \geq 1,17.$$

Выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

### 6.1.2 Расчет по условию сдвигоустойчивости в грунте

Так как дорожная одежда подстилается несвязным грунтом, проверим сдвигу в грунте земляного полотна. Для этого предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двуслойной рабочей модели. Средний модуль упругости верхнего слоя рассчитываем при расчетной температуре +20°C по формуле  $h_i$

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{1200 \cdot 6 + 800 \cdot 10 + 250 \cdot 24 + 120 \cdot 30}{70} = 354,28 \text{ МПа}$$

Удельное сопротивление сдвигу  $\tau$  по отношениям:

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}} = \frac{354,28}{46} = 7,7$$

$$\frac{h_{\text{общ}}}{D} = \frac{70}{39} = 1,79$$

По номограмме определяем  $\tau=0,017$

Таким образом действующее в грунте активные напряжения сдвига находим по формуле

$$T = \tau \cdot p = 0,017 \cdot 0,6 = 0,0102 \text{ МПа,}$$

где  $T$  – действующее напряжение сдвига, МПа;

$\tau$  – активное удельное напряжение сдвига, МПа;

$p$  – расчетное давление колеса на покрытие, МПа.

Далее находим предельное допускаемое напряжение сдвига по формуле:

$$T_{don} = K_{\delta} \cdot C_N + 0,1 \cdot \gamma_{cp} \cdot z_{on} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1 \cdot 0,004 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 70 \cdot \operatorname{tg} 35 = 0,0138 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр.пр.}}$$

$$1,35 \geq 1,00$$

Выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте.

### 6.1.3 Расчет на сопротивление монолитных слоев от растяжения при изгибе

Для расчета приводим ранее выбранную конструкцию к двуслойной модели, где нижний слой модели – часть, конструкции расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле, где значения модулей упругости материалов, содержащих вяжущее назначаем при температуре +20°C.

Средний модуль упругости верхнего слоя модели:

$$E_{cp} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{3600 \cdot 6 + 2200 \cdot 10}{16} = 2725 \text{ МПа}$$

Модуль упругости нижнего слоя модели:

$$E_n = 127,5 \text{ МПа}$$

Находим растягивающее напряжение от единичной силы  $\sigma_r$  по отношениям:

$$\frac{E_e}{E_n} = \frac{2725}{127,5} = 21,37$$

$$\frac{h_e}{D} = \frac{12}{39} = 0,31$$

По номограмме находим  $\sigma_r = 2,5 \text{ МПа}$

Находим полное растягивающее напряжение по формуле

$$\sigma_r = \overline{\sigma_r} \cdot P \cdot K_B = 2,5 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 1,27 \text{ МПа},$$

где  $K_B$  – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля.

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:

$$R_N = R_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t) = 7,8 \cdot 0,29 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,71) = 1,5 \text{ МПа},$$

где  $R_0$  – значение предельного сопротивления нижнего слоя асфальтобетона;  
 $t$  – коэффициент нормированного отклонения  $R_0$ , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности;

$\nu_R$  – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки:

$$K_1 = \frac{a}{\sqrt[m]{\sum N_p}} = \frac{7,6}{\sqrt[4]{413042}} = 0,29$$

$K_2$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов

$$\frac{R_N}{\sigma_r} = K_{np} \geq K_{np}^{mp}$$

$$\frac{1,5}{1,27} = 1,18 \geq 1,0$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

#### 6.1.4 Расчет на морозоустойчивость

Конструкцию считают морозоустойчивой если выполняется условие:

$$l_{\text{пуч}} \leq l_{\text{доп}} = 4,$$

где  $l_{\text{пуч}}$  – расчетное пучение грунта земляного полотна;

$l_{\text{доп}}$  – допускаемое для данной конструкции пучение грунта

Так как глубина промерзания более 2 м, то по номограмме по кривой для сильнопучинистых грунтов определяем величину морозного пучения для осредненных условий.

$$l_{\text{пуч.ср}} = 5 \text{ см}$$

Величину возможного морозного пучения находим по формуле:

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср}} \cdot K_{\text{УГВ}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{нагр}} \cdot K_{\text{вл}} = 5 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 3,77 \text{ см}$$

$$3,77 \leq 4,0$$

Условие морозоустойчивости конструкции дорожной одежды обеспечено.

## 6.2 Расчет второго варианта дорожной одежды

Предварительно назначаем конструкцию дорожной одежды, расчетные значения расчетных параметров для расчета по допускаемому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости, а также для расчета на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе и сводим данные в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчетные характеристики первого варианта дорожной одежды

№	Наименование слоя	$h_i, \text{см}$	$E_{\text{прог}}$	$E_{\text{сдв}}$	Растяжение при изгибе			
					E	$R_0$	$\alpha$	m
1	Асфальтобетон плотный, м/з, тип Б, на битуме БНД 90/130, горячий	7	2400	1200	3600	9,5	6,3	5,0
2	Асфальтобетон пористый, к/з на битуме БНД 90/130	12	1400	800	2200	7,8	7,6	4,0
3	Щебень обработанный цементом марки 40	20	550	550	550	-	-	-
4	Песок крупнозернистый	29	130	130	130	-	-	-
5	Супесь пылеватая	-	46	46	46	-	-	-

### 6.2.1 Расчет по упругому прогибу

Расчет ведем послойно, начиная с подстилающего грунта



$$1) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{гр}}{E_{пес}} = \frac{46}{130} = 0,35,$$

где,  $E_{гр}$  – модуль упругости подстилающего грунта, МПа;

$E_{пес}$  – модуль упругости песка.

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{пес}}{D} = \frac{29}{39} = 0,74,$$

где  $h^{пес}$  – высота слоя песка, см;

$D$  – диаметр расчетного отпечатка шины, см

По номограмме определяем  $\frac{E_{общ}^{пес}}{E_{пес}} = 0,59$ , тогда

$$E_{общ}^{пес} = 0,59 \cdot 130 = 76,7 \text{ МПа}$$

$$2) \frac{E_n}{E_6} = \frac{E_{общ}^{пес}}{E_{щеб}} = \frac{76,7}{550} = 0,14$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{щеб}}{D} = \frac{20}{39} = 0,51$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{общ}^{щеб}}{E_{щеб}} = 0,27$ , тогда

$$E_{общ}^{щеб} = 0,27 \cdot 550 = 148,5 \text{ МПа}$$

$$3) \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{с}}} = \frac{E_{\text{общ}}^{\text{шсб}}}{E_{\text{а/б2}}} = \frac{148,5}{1400} = 0,11$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{\text{а/б2}}}{D} = \frac{12}{39} = 0,31$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}}}{E_{\text{а/б2}}} = 0,17$ , тогда

$$E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}} = 0,17 \cdot 1400 = 238 \text{ МПа}$$

$$4) \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{с}}} = \frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б2}}}{E_{\text{а/б1}}} = \frac{238}{2400} = 0,099$$

$$\frac{h}{D} = \frac{h^{\text{а/б1}}}{D} = \frac{7}{39} = 0,18$$

По номограмме определяем  $\frac{E_{\text{общ}}^{\text{а/б1}}}{E_{\text{а/б1}}} = 0,13$ , тогда

$$E_{\text{общ}} = 0,13 \cdot 2400 = 312 \text{ МПа}$$

Так как требуемый модуль упругости  $E_{\text{тр}}=236,76$  Мпа, определяем требуемый коэффициент прочности по упругому прогибу по формуле

$$K_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{312}{236,76} = 1,32$$

Требуемый минимальный коэффициент прочности для расчета по упругому прогибу  $K_{\text{пр}}=1,17$ , следовательно

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр}}$$

$$1,32 \geq 1,17.$$

Выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

### 6.2.2 Расчет по условию сдвигоустойчивости в грунте

Так как дорожная одежда подстилается несвязным грунтом, проверим сдвигу в грунте земляного полотна. Для этого предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двуслойной рабочей модели. Средний модуль упругости верхнего слоя рассчитываем при расчетной температуре +20°C по формуле  $h_i$

$$E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{1200 \cdot 7 + 800 \cdot 12 + 550 \cdot 20 + 130 \cdot 29}{68} = 481,91 \text{ МПа}$$

Удельное сопротивление сдвигу  $\tau$  по отношениям:

$$\frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{гр}}} = \frac{481,91}{46} = 10,48$$

$$\frac{h_{\text{общ}}}{D} = \frac{68}{39} = 1,74$$

По номограмме определяем  $\tau=0,017$

Таким образом действующее в грунте активные напряжения сдвига находим по формуле

$$T = \tau \cdot p = 0,017 \cdot 0,6 = 0,0102 \text{ МПа},$$

где  $T$  – действующее напряжение сдвига, МПа;

$\tau$  – активное удельное напряжение сдвига, МПа;

$p$  – расчетное давление колеса на покрытие, Мпа.

Далее находим предельное допускаемое напряжение сдвига по формуле:

$$T_{\text{доп}} = K_o \cdot C_N + 0,1 \cdot \gamma_{cp} \cdot z_{on} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1 \cdot 0,004 + 0,1 \cdot 0,002 \cdot 68 \cdot \operatorname{tg} 35 = 0,0135 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{пр}} \geq K_{\text{тр.пр.}}$$

$$1,32 \geq 1,00$$

Выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте.

### **6.2.3 Расчет на сопротивление монолитных слоев от растяжения при изгибе**

Для расчета приводим ранее выбранную конструкцию к двуслойной модели, где нижний слой модели – часть, конструкции расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле, где значения модулей упругости материалов, содержащих вяжущее назначаем при температуре +20°C.

Средний модуль упругости верхнего слоя модели:

$$E_{cp} = \frac{\sum E_i \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{3600 \cdot 7 + 2200 \cdot 12}{16} = 2716 \text{ МПа}$$

Модуль упругости нижнего слоя модели:

$$E_n = 148,5 \text{ МПа}$$

Находим растягивающее напряжение от единичной силы  $\sigma_r$  по отношениям:

$$\frac{E_e}{E_n} = \frac{2716}{148,5} = 18,3$$

$$\frac{h_e}{D} = \frac{19}{39} = 0,49$$

По номограмме находим  $\sigma_r = 1,6 \text{ МПа}$

Находим полное растягивающее напряжение по формуле

$$\sigma_r = \overline{\sigma_r} \cdot P \cdot K_B = 1,6 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 0,82 \text{ МПа},$$

где  $K_e$  – коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия под колесом автомобиля.

Допускаемое растягивающее напряжение при изгибе асфальтобетона:

$$R_N = R_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot (1 - \nu_R \cdot t) = 7,8 \cdot 0,29 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,71) = 1,5 \text{ МПа},$$

где  $R_0$  – значение предельного сопротивления нижнего слоя асфальтобетона;

$t$  – коэффициент нормированного отклонения  $R_0$ , принимаемый в зависимости от заданного уровня надежности;

$\nu_R$  – коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки:

$$K_1 = \frac{a}{\sqrt[m]{\sum N_p}} = \frac{7,6}{\sqrt[4]{413042}} = 0,29$$

$K_2$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов

$$\frac{R_N}{\sigma_r} = K_{np} \geq K_{np}^{mp}$$

$$\frac{1,5}{0,82} = 1,83 \geq 1,0$$

Условие прочности на растяжение в монолитных слоях выполняется.

#### **6.2.4 Расчет на морозоустойчивость**

Конструкцию считают морозоустойчивой если выполняется условие:

$$l_{\text{пуч}} \leq l_{\text{доп}} = 4,$$

где  $l_{\text{пуч}}$  – расчетное пучение грунта земляного полотна;

$l_{\text{доп}}$  – допускаемое для данной конструкции пучение грунта

Так как глубина промерзания более 2 м, то по номограмме по кривой для сильнопучинистых грунтов определяем величину морозного пучения для осредненных условий.

$$l_{\text{пуч.ср}} = 5 \text{ см}$$

Величину возможного морозного пучения находим по формуле:

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср}} \cdot K_{\text{УГВ}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{нагр}} \cdot K_{\text{вл}} = 5 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 3,77 \text{ см}$$

$$3,77 \leq 4,0$$

Условие морозоустойчивости конструкции дорожной одежды обеспечено.

На основании вышеприведенных расчетов делаем вывод, что обе конструкции удовлетворяют условиям прочности, а, следовательно, подходят для дальнейшего проектирования.

## **7 Экономическое сравнение вариантов дорожной одежды**

Для последующего проектирования необходимо выбрать конструкцию дорожной одежды, имеющую наибольшую экономическую эффективность.

Сметная стоимость участка автомобильной дороги III технической категории в III зоне Красноярского края (г. Красноярск), определена на основании методических документов в строительстве, а именно, «Методических указаний по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС 81-1.99) [10] и «Методике определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» (МДС 81-35.2004) [11], принятой и введенной в действие с 9.03.2004 г. постановлением Госстроя России от 05.03.2004 №15

Сметная стоимость участка автомобильной дороги определена на базе 2001 года. При определении стоимости были использованы сборники территориальных единичных расценок на строительные работы ТЕР-2001:

- Сборник № 27 «Автомобильные дороги» при составлении локальной сметы на устройства дорожной одежды (ТЕР 81-02-27-2001) [13];

Стоимость материальных ресурсов принята согласно территориального сборника сметных цен на материалы, изделия и конструкции для I зоны Красноярского края (г. Красноярск) ТСЦ 81-01-2001 с учетом индекса 6,86 согласно Приложения к письму Минрегиона России от 25.02.2005 № 645-ВГ/70 «Индексы изменения сметной стоимости на I квартал 2015 г.»

Сумма накладных расходов определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-33.2004) [12].

Базой для расчета накладных расходов является сумма заработной платы рабочих-строителей и рабочих-машинистов.

При определении величины накладных расходов приняты нормативы накладных расходов по видам строительных и монтажных работ:

- 142 % – для устройства дорожной одежды;



Сумма сметной прибыли определена на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-25.2001).

Базой для расчета сметной прибыли является сумма заработной платы рабочих-строителей и рабочих-машинистов. Начисление сметной прибыли составляет:

- 95 % – для устройства дорожной одежды.

На основании приложенных смет, делаем вывод, что первый вариант конструкции дорожной одежды является наиболее экономически эффективным, следовательно, принимаем его для дальнейшего проектирования.

Локальные сметы №1 и №2 приведены в приложении В пояснительной записки.

## 8 Поперечные профили дороги

Поперечные профили назначают в зависимости от высоты насыпи или глубины выемки, а также от грунтовых условий с учетом природных особенностей района строительства.

В соответствии с СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги [2] при проектировании земляного полотна применяют как типовые, так и индивидуальные поперечные профили. Индивидуальные решения применяются на слабых основаниях, при использовании грунтов высокой влажности, высоких (более 12м) насыпях и глубоких (более 12 м) выемках.

Типовые поперечные профили земляного полотна привязываем к конкретным пикетам.

В данной работе используются следующие типовые поперечные профили:

1. Тип 1 Насыпь высотой до 3м. Тип 1а – насыпь высотой от 0 до 2 м с устройством кюветов, тип 1б – насыпь высотой от 2 до 3 м без устройства кюветов. Крутизну откосов для таких насыпей принимают из условия обеспечения безопасного съезда не круче 1:4. На открытых местах очертанию поперечного профиля придают округленную форму с целью его плавного обтекания снеговым потоком.

2. Тип 2. Насыпь от 3 до 6 м. Их устраивают с более крутыми откосами 1:1,5. Данное заложение позволит обеспечить устойчивость откоса.

3. Тип 4. Выемка глубиной до 1 м. Ее рекомендуется устраивать обтекаемого поперечного профиля, обеспечивающего незаносимость снегом, делают раскрытой. Заложение внешних откосов такой выемки принимаем 1:6, заложение внутреннего откоса 1:4.

4. Тип 5. Выемка глубиной от 1 до 12 м без устройства закюветных полок. В данной работе отсутствуют выемки глубиной от 5 м, следовательно,

заложение внешнего откоса выемки принимаем 1:1,5, заложение внутреннего откоса принимаем 1:4.

Все типы поперечных профилей указаны на продольном профиле и детально рассмотрены на листе 5 графической части.

## 9 Проектирование системы водоотвода

Система дорожного водоотвода состоит из ряда сооружений и отдельных конструктивных мероприятий, предназначенных для предотвращения переувлажнения земляного полотна:

- выпуклое очертание поперечного профиля, дорожной одежде земляному полотну придается поперечный уклон от 20‰ до 40‰ в каждую сторону от оси дороги;

- боковые канавы (кюветы);

- водоотводные канавы, отводящие воду из кюветов в пониженные места или водотоки;

- нагорные канавы, перехватывающие воду, которая стекает по склонам местности к дороге;

- мосты, трубы для пропуска воды из боковых канав.

В данной работе были запроектированы кюветы в выемках и у насыпей, имеющих рабочую отметку не более 1,5 м. На местности с поперечным уклоном менее 20‰ кюветы у насыпей устраиваются с двух сторон земляного полотна. Продольные уклоны приняты более 5 ‰.

Поперечное сечение кюветов:

При недостаточно удовлетворительных условиях стока воды сечение выполняем трапецевидным на ПК 1+00 по ПК 3+50, с ПК 27+10 по ПК 28+63, в этом случае заложение откосов кюветов составляет 1:1,5 – 1:4.

На ПК 21+00 земляное полотно возводят в сухих местах с обеспеченным быстрым стоком воды, следовательно, боковые канавы устраиваем в виде треугольных лотков. Глубина кюветов принята 0,5 м в насыпях и 1,2 м в выемках.

Продольные уклоны и укрепления боковых канав представлены на листе 3 графической части. Поперечные уклоны земляного полотна и поперечное сечение боковых канав представлены на листе 5.

## 10 Расчет боковой видимости полосы, прилегающей к дороге

Серьезной проблемой при проектировании дорог является обеспечение боковой видимости. Ситуация, окружающая водителя, по мере движения автомобиля постепенно меняется, так что все, что делается в стороне от дороги, постепенно выходит за рамки сосредоточенного внимания и оказывается в поле исчезающей видимости. Для безаварийного управления автомобилем в местах возможного внезапного появления препятствий водитель должен непрерывно получать полную информацию с зоны боковой видимости и точно реагировать на любое встречающееся ему расположение объектов или их передвижение по пути его следования в пределах угла зрения, ограниченного дальностью сосредоточенного внимания.

В СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги [2, п. 5.19] содержится требование: «Во всех случаях, где по местным условиям возможно попадание на дорогу с придорожной полосы людей и животных, следует обеспечить боковую видимость прилегающей к дороге полосы на расстоянии 25 м от кромки проезжей части для дорог с расчетной скоростью 80 км/ч и более и 15 м – для дорог с расчетной скоростью до 80 км/ч.

Однако, как показывает практика, этого расстояния недостаточно для того, чтобы водители могли понять опасность, таящуюся иногда в возникающей обстановке, и имели полноценное зрительное восприятие и правильную реакцию на эту опасность. На всем протяжении дороги должна быть обеспечена боковая видимость для возможной остановки автомобиля при возникшем внезапном препятствии в случае выхода людей или животных на проезжую часть.

В научной статье, на основе которой производится расчет, автор инженер Д.Д. Селюков приводит следующую формулу для расчета боковой видимости

$$S_6 = \frac{S_0}{v_a} \cdot v_{\text{пеш}}^{\max} = \left( \frac{t_1 + t_2 + 0,5t_3}{3,6} + \frac{v_a}{26j} \right) \cdot v_{\text{пеш}}^{\max} \leq \frac{B_{\text{PCB}}}{2} \quad (10.1)$$

где  $v_a$  – скорость движения автомобиля, км/ч;

$v_{neu}^{max}$  – максимальная скорость передвижения животных, людей и т.д., км/ч.

В расчетах  $v_{neu}^{max}=18$  км/ч;

$t_1$  – время реакции водителя 1 сек;

$t_2$  – время запаздывания действия тормозного привода (0,1 с при гидравлическом и механическом приводе; 0,3 с при пневматическом приводе);

$t_3$  – время нарастания замедления при экстренном торможении автомобиля, с;

$$t_3 = 1,4 \cdot t_3' \cdot \varphi \cdot \left(1 + \frac{Q}{G}\right) \quad (10.2)$$

где  $t_3'$  – время нарастания замедления при экстренном торможении автомобиля без груза до юза колес на сухом асфальтобетонном покрытии (0,15- 0,25 с для гидравлического и механического привода; 0,6 – 0,8 с для пневматического привода);

$\varphi$  – коэффициент сцепления шин с дорогой;

$G$  – вес автомобиля без груза, кг;

$Q$  – вес груза, кг;

$j$  – замедление, зависящее от дорожных условий и состояния тормозов.

Если торможение производилось всеми колесами на участке дороги, имеющим уклон продольного профиля, то

$$j = g \left( \frac{\varphi}{K_9} \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha \right) \quad (10.3)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести – 9,8м/сек<sup>2</sup>

$\alpha$  – угол наклона продольного профиля дороги

$K_z$  – коэффициент эффективности торможения при юзе, учитывающий степень использования силы сцепления колес с поверхностью дороги при экстренном торможении.

Ведем расчет для сухого и мокрого асфальтобетонного покрытия. Расчетный автомобиль – грузенный ВАЗ «Нива». Выясним зависимость изменения боковой видимости от изменения продольного уклона, для этого воспользуемся формулой (10.1).

### 10.1 Расчет для сухого асфальтобетонного покрытия

В данной работе продольный уклон меняется от 23‰ на спуск до 5 ‰ на подъем, следовательно, расчет начинаем с 23 ‰ на спуск. Расчетная скорость движения для III категории дороги  $v_{pac} = 100 \text{ км/ч}$ , расчетный автомобиль – ВАЗ Нива, вес автомобиля по техническому паспорту  $G = 1400 \text{ кг}$ , вес груза  $Q = 390 \text{ кг}$ . Результат полученных расчетов сведем в таблицу 9.

Таблица 9 – Результат расчета расстояния боковой видимости при сухом покрытии

Вид, состояние покрытия	Расстояние боковой видимости при изменении продольного уклона, м											
	23‰	21‰	18‰	13‰	12‰	2‰	1‰	0‰	1‰	3‰	4‰	5‰
Асфальто-бетонное сухое	17,91	17,87	17,81	17,71	17,69	17,5	17,49	17,47	17,46	17,42	17,4	17,38

Путь торможения при данных условиях рассчитаем по формуле

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \cdot \frac{v_a}{3,6} + \frac{v_a^2}{26j} \quad (10.4)$$

и сведем данные в таблицу 10.

Таблица 10 – Изменение пути торможения от изменения продольного уклона

Путь торможения при изменении продольного уклона, м											
23‰	21‰	18‰	13‰	12‰	2‰	1‰	0‰	1‰	3‰	4‰	5‰
103,39	103,14	102,76	102,15	102,03	100,84	100,76	100,61	100,49	100,27	100,15	100,04

На основании полученных результатов расчета делаем вывод, что если препятствие будет находиться от кромки проезжей части на расстоянии от 17,91 до 17,38 м и иметь скорость движения 18 км/ч в направлении проезжей части, то при скорости движения автомобиля  $v = 100$  км/ч на сухом асфальтобетонном покрытии, водителю потребуется для полной остановки до столкновения с препятствием от 103,39 до 100,04 м соответственно после начала торможения.

## 10.2 Расчет для мокрого асфальтобетонного покрытия

Расчетная скорость движения для III категории дороги  $v_{рас} = 100$  км/ч, расчетный автомобиль – Волга 3110, вес автомобиля по техническому паспорту  $G=1400$  кг, вес груза  $Q = 390$  кг. Результат полученных расчетов сведем в таблицу 11.



Таблица 11 – Результат расчета расстояния боковой видимости при мокром покрытии

Вид, состояние покрытия	Расстояние боковой видимости при изменении продольного уклона, м											
	23‰	21‰	18‰	13‰	12‰	2‰	1‰	0‰	1‰	3‰	4‰	5‰
Асфальто-бетонное мокрое	28,26	28,62	28,48	27,91	27,88	27,18	27,11	27,05	26,98	26,86	26,79	26,74

Изменение пути торможения занесем в таблицу 12

Таблица 12 – Изменение пути торможения от изменения продольного уклона

Путь торможения при изменении продольного уклона, м											
-23‰	-21‰	18‰	13‰	12‰	2‰	1‰	0‰	1‰	3‰	4‰	5‰
159,83	159,02	157,81	155,86	155,45	151,78	151,42	151,07	150,72	150,02	149,67	149,33

На основании полученных результатов расчета делаем вывод, что если препятствие будет находиться от кромки проезжей части на расстоянии от 28,26 до 26,74 м и иметь скорость движения 18 км/ч в направлении проезжей части, то при скорости движения автомобиля  $v = 100$  км/ч на мокром асфальтобетонном покрытии, водителю потребуется для полной остановки до столкновения с препятствием от 159,83 до 149,33 м соответственно после начала торможения.

Согласно формуле (10.1), нет необходимости ограждать дорогу на всем протяжении, устраняя внезапное появление пешеходов, так как расстояние половины рамки сосредоточенного внимания  $B_{PCB}/2 = 171,64$  м, что превышает все полученные значения боковой видимости.

Согласно СП 34.13330.2012 [2] расчетное расстояние видимости поверхности дороги составляет 200 м, что не превышает реальный путь

торможения, следовательно, вести расчет для меньшей скорости движения не требуется.

## **Заключение**

В ходе выполнения выполнения выпускной квалификационной работы было запроектировано два варианта трассы, и в последствии выбран один вариант для дальнейшего проектирования, наиболее удовлетворяющий технико-экономическим показателям.

Для выбранного варианта был построен продольный профиль дороги, назначены поперечные профили, а также были запроектированы кюветы и водоотвод.

Также было рассчитано два варианта конструкции дорожной одежды на прочность. По результатам расчета была выбрана четырехслойная конструкция, являющаяся наиболее экономически выгодной.

В завершении выполнения работы была оценена боковая видимость полосы, прилегающей к дороге и рассмотрен участок с ПК 4+00 по ПК 10+40, где наиболее вероятен выход препятствий в виде животных или людей на проезжую часть.

## **Список использованных источников**

1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНИП 23-01-99\* (с изменением N 2). Дата введ. 01.01.2013. / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2012. – 113с.

2 СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. актуализированная редакция СНИП 2.05.02-85\* / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 112с.

3 ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. Дата введ. 01.01.2001. / Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации. – М., 2001. – 61с.

4 ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Дата введ. 01.11.2014 / Стандартинформ. – М., 2014. – 56с.

5 ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Дата введ. 01.01.2011/ Стандартинформ. – М., 2010. – 9с.

6 Жуков В.И. Комплексная оценка безопасности движения и экологической обстановки при проектировании дорог, учеб. метод. пособие / Мин-во образования Российской Федерации. – Красноярск, 2002. – 51с.

7 Проектирование автомобильных дорог. Основы [электронный ресурс]: учебное пособие /В.И. Жуков, Т.В. Гавриленко. – Красноярск: Сиб.Федер. ун-т, 2014 – 144с.

8 ГОСТ 52748-2007 Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения / Стандартинформ. – М., 2008. – 12с

9 ГОСТ 21.207 – 2013 Система проектной сметной документации. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. Дата введ. 01.01.2015 / Стандартинформ. – М., 2014. – 21с.

10 МДС 81-1.99 Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Дата введ. 26.04.1999. М.: Госстрой России, 1999. 126 с.

11 МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Дата введ. 09.03.2004. М.: Госстрой России, 2004. 72 с.

12 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. Дата введ. 12.01.2004. М.: Госстрой России, 2001. 30 с.

13 ТЕР 81-02-27-2001 Территориальные единичные расценки на строительные работы. Автомобильные дороги: [сборник № 27]. Красноярск: ООО «Корина-офсет», 2004. 54 с.

14 Гавриш, В. В. Ценообразование и сметное дело в строительстве : [Электронный ресурс], учеб. метод. пособие : / составители В. В. Гавриш, Е. В. Гуторин, Т. В. Гавриленко, В. В. Серватинский. – Электронные дан. – Красноярск: Сиб. федер. у-т, 2013. – 329 с.

15 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению , изложению и оформлению документов учебной деятельности / Система управления СФУ. – Красноярск, 2014. – 60с.

16 Проект планировки и проект межевания территории микрорайона «Базайский» [электронный ресурс], НТИЦ Красноярскгеоинформпроект / В.Н. Арусланова, М.М. Зуевский – Красноярск, 2013. – 50с.

## Приложение А

### Ведомость углов поворота, прямых и кривых для выбранного варианта трассы

Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м					Положение переходных кривых								Расстояние между вершинами углов, м	Длина прямой, м	
	км	ГК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые		круговая кривая	биссектриса	ГК	+	ГК	+	ГК	+	ГК			+
НГ	0	0	00																			
ВУ1	0	6	85		25	2000	444	444	0	0	872	49	2	50	2	50	11	20	11	20	685	250
ВУ2	1	7	95	22		2000	388	388	0	0	768	38	14	10	14	10	21	80	21	80	1110	290
ВУ3	3	3	81,5		35	2000	630	630	0	0	1222	97	27	70	27	70	39	93	39	93	1586,5	590
ВУ4	4	4	70		31	600	226	226	120	120	444	42	42	44	43	64	45	68	46	88	1088,5	251
КТ	5	0	00																		530	312

## Приложение Б

### Ведомость отметок земли по оси дороги

Местоположение точки		Отметка земли	Вид точки
ПК	+		
0	00	257,00	НТ
1	00	257,00	ПК
2	00	259,16	ПК
3	00	254,47	ПК
4	00	248,32	ПК
5	00	248,06	ПК
6	00	247,33	ПК
7	00	246,20	Тальвег
8	00	247,69	ПК
9	00	248,57	ПК
10	00	249,71	ПК
10	80	250,49	А/д
11	00	250,69	ПК
12	00	248,26	ПК
13	00	246,48	ПК
14	00	246,00	ПК
15	00	245,37	ПК
16	00	244,83	ПК
17	00	242,51	ПК
18	00	239,87	ПК
19	00	238,00	ПК
20	00	237,15	ПК
21	00	236,41	ПК
22	00	236,00	ПК
23	00	235,54	ПК
24	00	235,12	ПК
25	00	235,00	Тальвег
26	00	236,43	ПК
27	00	237,26	ПК
28	00	238,97	ПК
29	00	236,28	ПК
30	00	233,38	ПК
31	00	230,27	ПК
32	00	229,71	ПК
33	00	228,64	Тальвег
34	00	230,99	ПК
35	00	230,00	А/д
36	00	226,32	ПК
37	00	224,19	ПК
38	00	223,81	ПК
39	00	223,32	ПК
40	00	223,00	Тальвег
41	00	224,82	ПК
42	00	223,47	ПК

43	00	221,24	ПК
44	00	220,63	ПК
45	00	220,00	Тальвег
46	00	221,76	ПК
47	00	217,34	ПК
48	00	216,70	ПК
49	00	216,31	ПК
50	00	216,00	КТ



## Приложение В

### Локальная смета №1

на устройство дорожной одежды для III категории автомобильной дороги

Сметная стоимость, тыс. руб. 16982,64

Нормативная трудоемкость, тыс. чел-ч 16,13

Сметная заработная плата, тыс. руб. 511,52

Составлена в ценах 2001 г.

№ п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудоемкость, чел- ч	
					ПЗ	Э <sub>м</sub>	прямых затрат	оплаты труда	Э <sub>м</sub>	на единиц у	всего
					З <sub>с</sub>	З <sub>м</sub>			З <sub>м</sub>	строителей	
										машинистов	
1	2	3	3а	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27-04-001-01	Устройство выравнивающего слоя из песка h=30 см	100м <sup>3</sup>	180	2886,84	2731,71	519631,2	26060,4	491707,8	15,72	2829,6
					144,78	195,51			35191,8	13,29	2392,2
2	(408-9040)	Неучтенный природный песок для строительных работ	м <sup>3</sup>	19800	185,43		3671514				

Продолжение ЛС №1

3	27-04-003-03	Устройство двухслойного основания из ЦПС, верхний слой 10 см, К=2,4	1000м <sup>2</sup>	50	2791,07	2397,38	334928,4	45255,6	287685,6	39,49	4738,8
					377,13	237,21			28465,2	16,13	1935,6
4	(408-9181)	Неучтенная щебеночно-песчаная смесь	м <sup>3</sup>	11400	218,34		5973782,4				
5	27-06-020-06	Устройство нижнего слоя покрытия из пористой к/з, а/б смеси	1000м <sup>2</sup>	35	43598,95	3006,47	1525963,25	14839,3	105226,45	38,30	1340,5
					423,98	288,47			10096,45	19,61	686,35
6	27-06-021-06	На каждые 0,5 см изменения толщины К=(10-4) /0,5 = 12	1000м <sup>2</sup>	35	5035,00	5,42	2114700	420	2276,4	0,09	37,8
					1,00	0			0	0	0
7	27-06-020-01	Устройство верхнего слоя покрытия из плотной м/з, а/б смеси	1000м <sup>2</sup>	35	45540,43	3015,10	1593915,05	14839,3	105528,5	38,30	1340,5
					423,98	288,92			10112,2	19,65	687,75
8	27-06-021-01	На каждые 0,5 см изменения толщины К=(6-4) /0,5=4	1000м <sup>2</sup>	35	5251,99	5,74	735278,6	140	803,6	0,09	12,6
					1,00	0			0	0	0
9		Итого прямых затрат					16168276,9	101554,6	993228,3		10299,6
									83865,65		5701,9

Продолжение ЛС №1

10		Поправка к заработной плате, 60%	111252,15	60932,76	50319,39		
11		Итого прямых затрат с поправкой к заработной плате	16279529,05	162487,36	1043547,69		10299,6
					134185,04		5701,9
12	МДС 81-33.2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142%	421274,81				
13		Сметная заработная плата рабочих, выполняющих работы, учитываемые накладными расходами, 5,1% от накладных расходов		214850,15			
14		Трудоемкость рабочих, выполняющих работы, учитываемые накладными расходами, 0,0044 от накладных расходов					1853,61
15		Себестоимость СМР	16700803,86				
16		Сметная прибыль, 95%	281838,78				
17		Сметная стоимость	16982642,64		1043547,69		10299,6
					134185,04		5701,9
18		Трудоемкость всего по смете					16132,02
19		Заработная плата всего по смете		511522,55			

## Локальная смета № 2

на устройство дорожной одежды для III категории автомобильной дороги

Сметная стоимость, тыс. руб. 18441,71

Нормативная трудоемкость, тыс. чел-ч 12,41

Сметная заработная плата, тыс. руб. 361,07

Составлена в ценах 2001 г.

№ п/п	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.		Общая стоимость, руб.			Трудоемкость, чел- ч	
					ПЗ	Э <sub>м</sub>	прямых затрат	оплаты труда	Э <sub>м</sub>	на единиц у	всего
					З <sub>с</sub>	З <sub>м</sub>			З <sub>м</sub>	строителей	
										машинистов	
1	2	3	3а	4	5	6	7	8	9	10	11
1	27-04-001-01	Устройство выравнивающего слоя из песка h=29 см	100м <sup>3</sup>	174	2886,84	2731,71	502310,16	25191,72	475317,54	15,72	2735,28
					144,78	195,51			34018,74	13,29	2312,46
2	(408-9040)	Неучтенный природный песок для строительных работ	м <sup>3</sup>	19140	185,43		3549130,2				

Продолжение ЛС №2

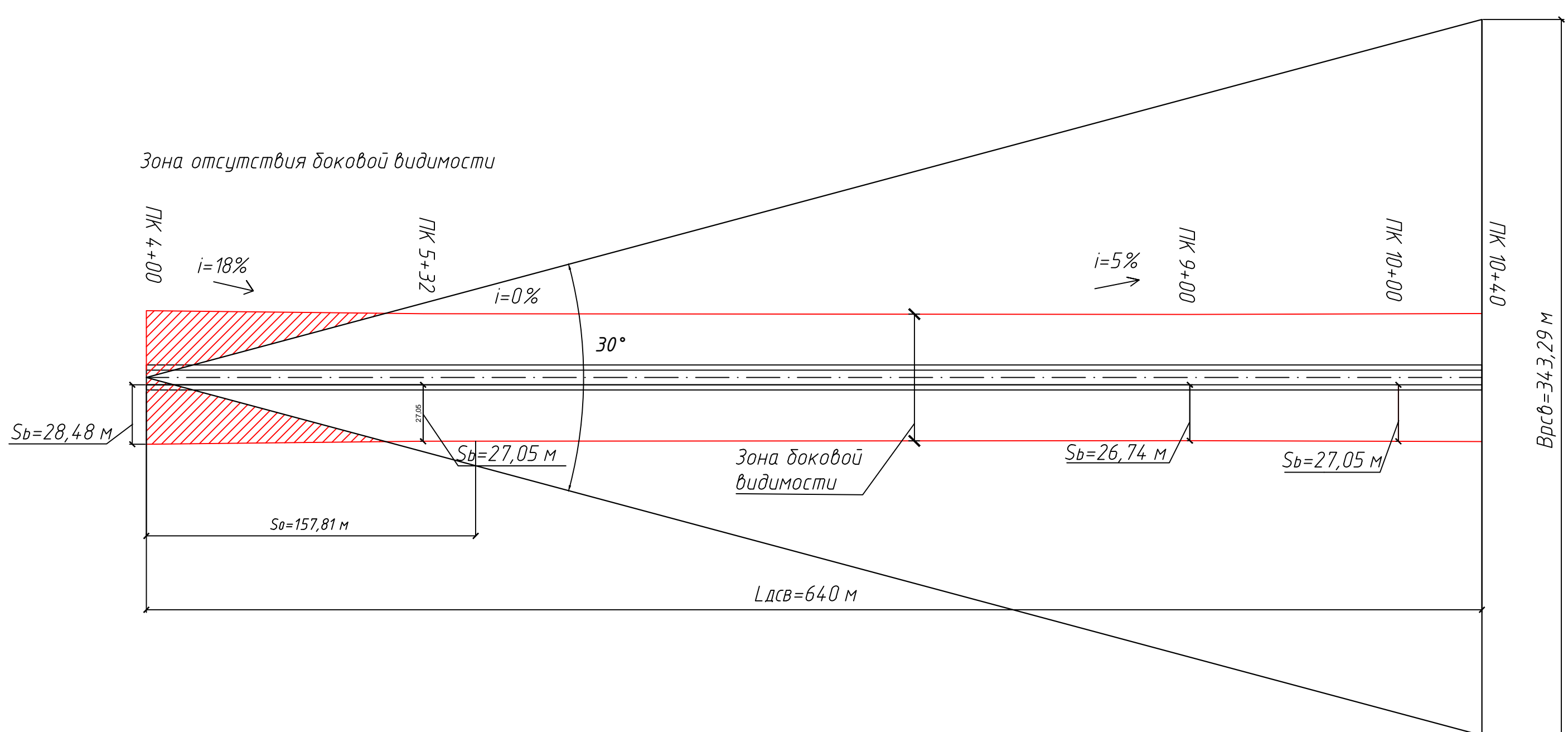
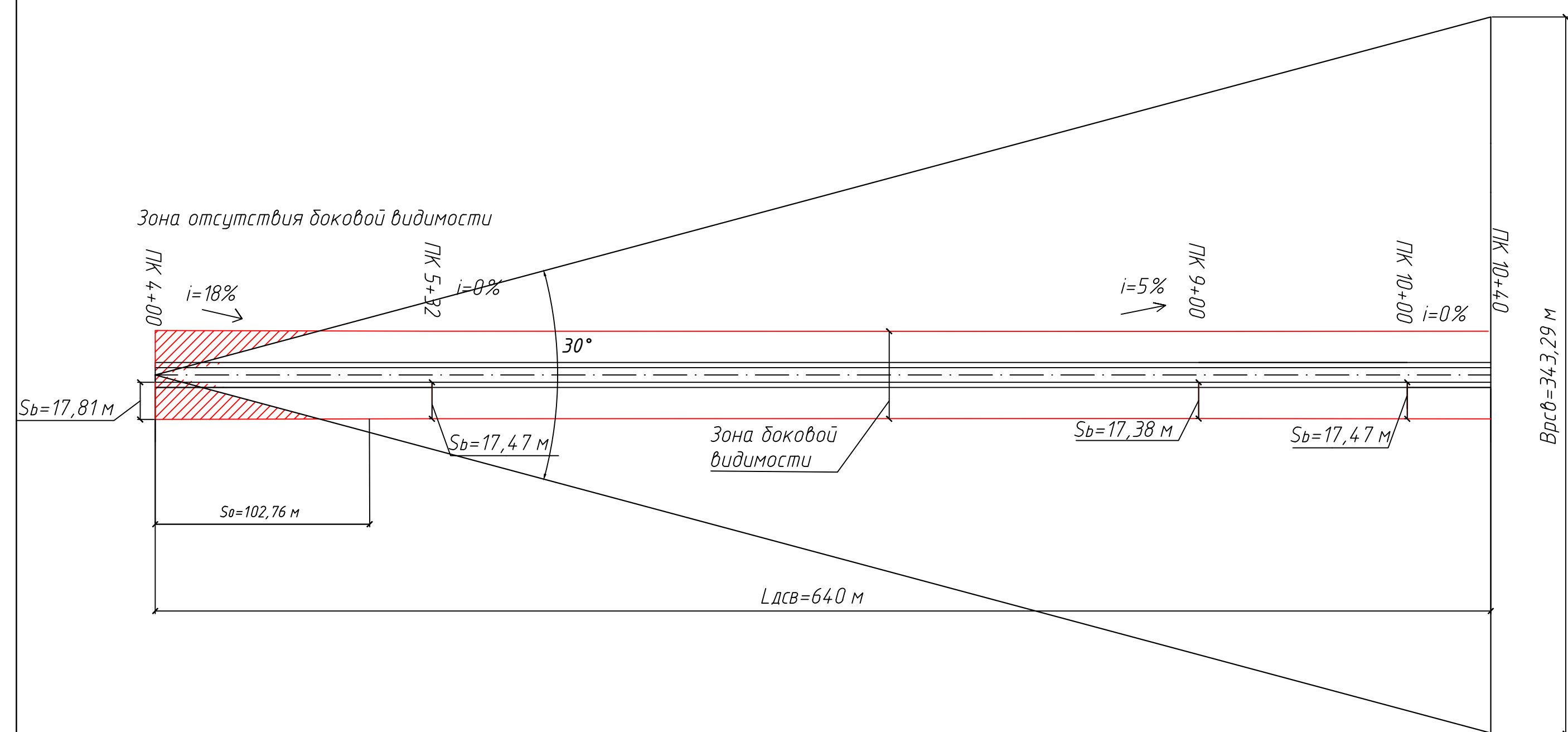
3	27-01-004-02	Устройство слоя основания 15 см из готовой цементно- грунтовой смеси, K=1,33	1000м <sup>2</sup>	50	5701,86	1124,24	379173,69	15359,51	74761,96	23,26	1546,79
					230,97	85,07			5657,16	5,78	384,7
4	(407-9030)	Стоимость неучтенного материала	м <sup>3</sup>	15250	315,24		6393855,3				
5	27-06-020-06	Устройство нижнего слоя покрытия из пористой к/з, а/б смеси	1000м <sup>2</sup>	35	43598,95	3006,47	1525963,25	14839,3	105226,45	38,30	1340,5
					423,98	288,47			10096,45	19,61	686,35
6	27-06-021-06	На каждые 0,5 см изменения толщины $K=(12-4)/0,5 = 16$	1000м <sup>2</sup>	35	5035,00	5,42	2819600	560	3035,2	0,09	50,4
					1,00	0			0	0	0
7	27-06-020-01	Устройство верхнего слоя покрытия из плотной м/з, а/б смеси	1000м <sup>2</sup>	35	45540,43	3015,10	1593915,05	14839,3	105528,5	38,30	1340,5
					423,98	288,92			10112,2	19,65	687,75
8	27-06-021-01	На каждые 0,5 см изменения толщины $K=(7-4)/0,5=6$	1000м <sup>2</sup>	35	5251,99	5,74	1102917,9	210	1205,4	0,09	18,9
					1,00	0			0	0	0

Продолжение ЛС №2

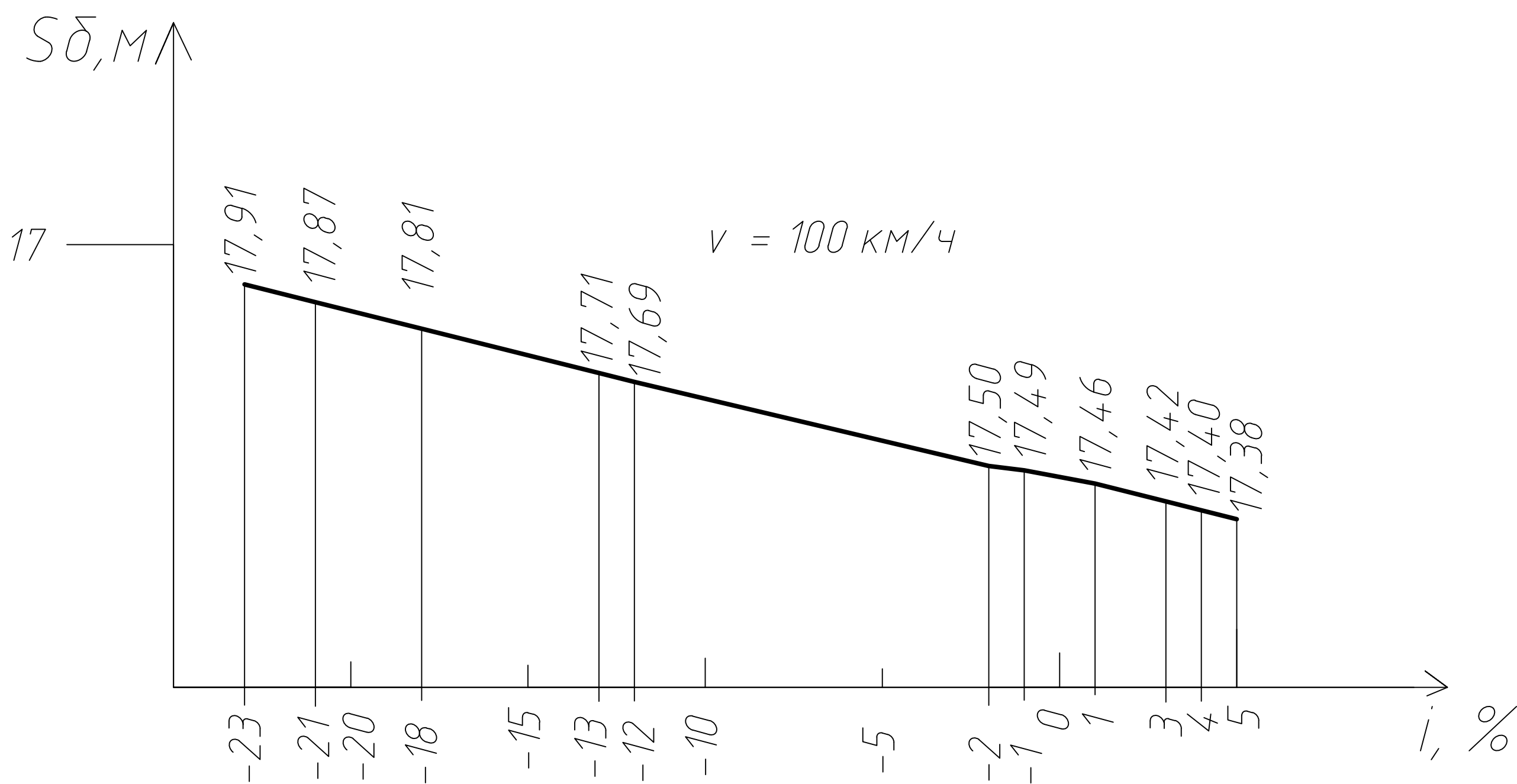
9		Итого прямых затрат	17866865,55	70999,83	765075,05		7032,37
					59884,55		4071,26
10		Поправка к заработной плате, 60%	78530,63	42599,9	35930,73		
11		Итого прямых затрат с поправкой к заработной плате	17945396,18	113599,73	801005,78		7032,37
					95815,28		4071,26
12	МДС 81-33.2004 прил.4 п.21	Накладные расходы, 142%	297369,31				
13		Сметная заработная плата рабочих, выполняющих работы, учитываемые накладными расходами, 5,1% от накладных расходов		151658,35			
14		Трудоемкость рабочих, выполняющих работы, учитываемые накладными расходами, 0,0044 от накладных расходов					1308,42
15		Себестоимость СМР	18242765,49				
16		Сметная прибыль, 95%	198944,26				
17		Сметная стоимость	18441709,75		801005,78		7032,37
					95815,28		4071,26
18		Трудоемкость всего по смете					12412,05
19		Заработная плата всего по смете		361073,36			



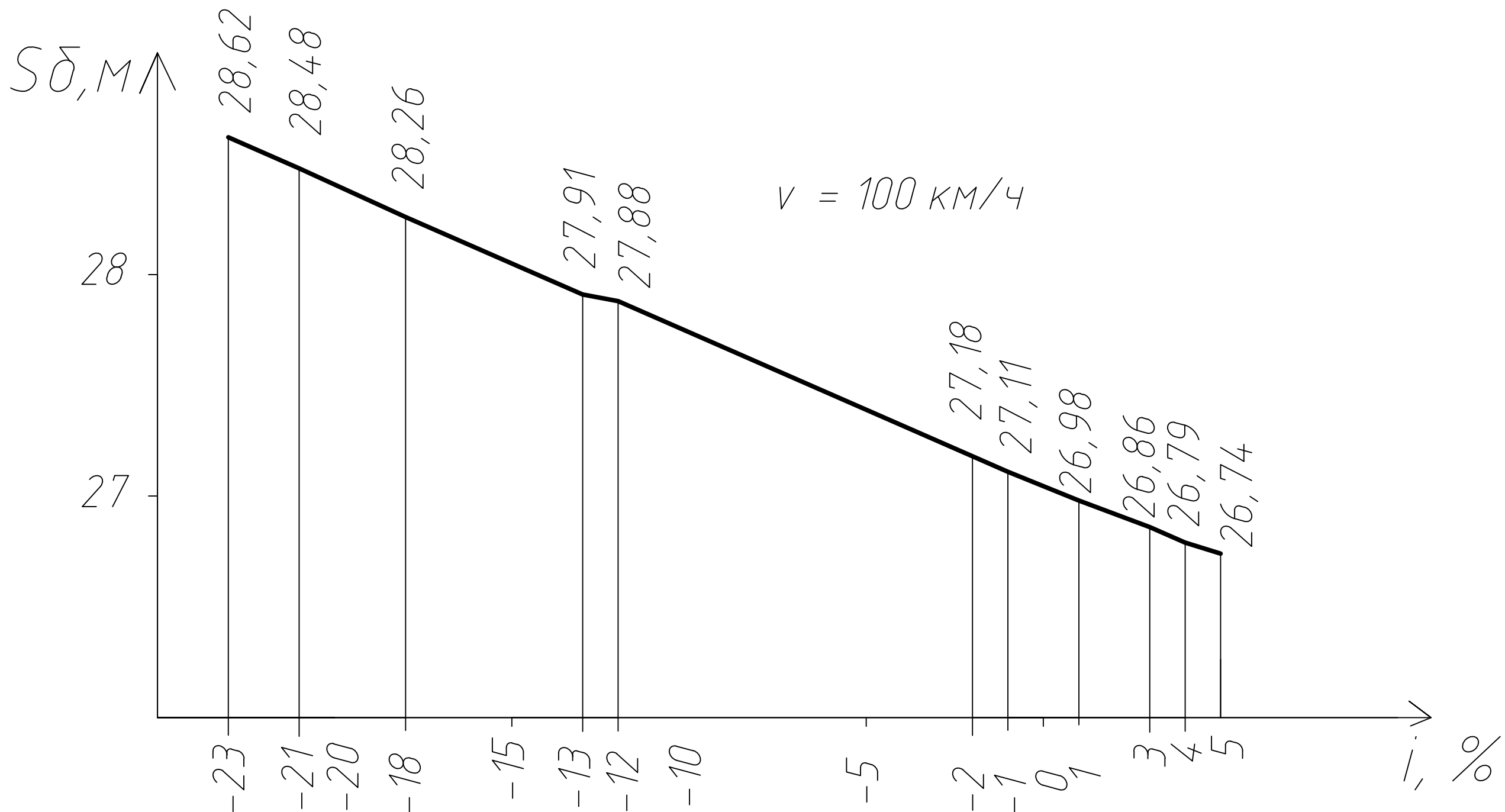
Расчет боковой видимости при сухом и мокром асфальтобетонном покрытии



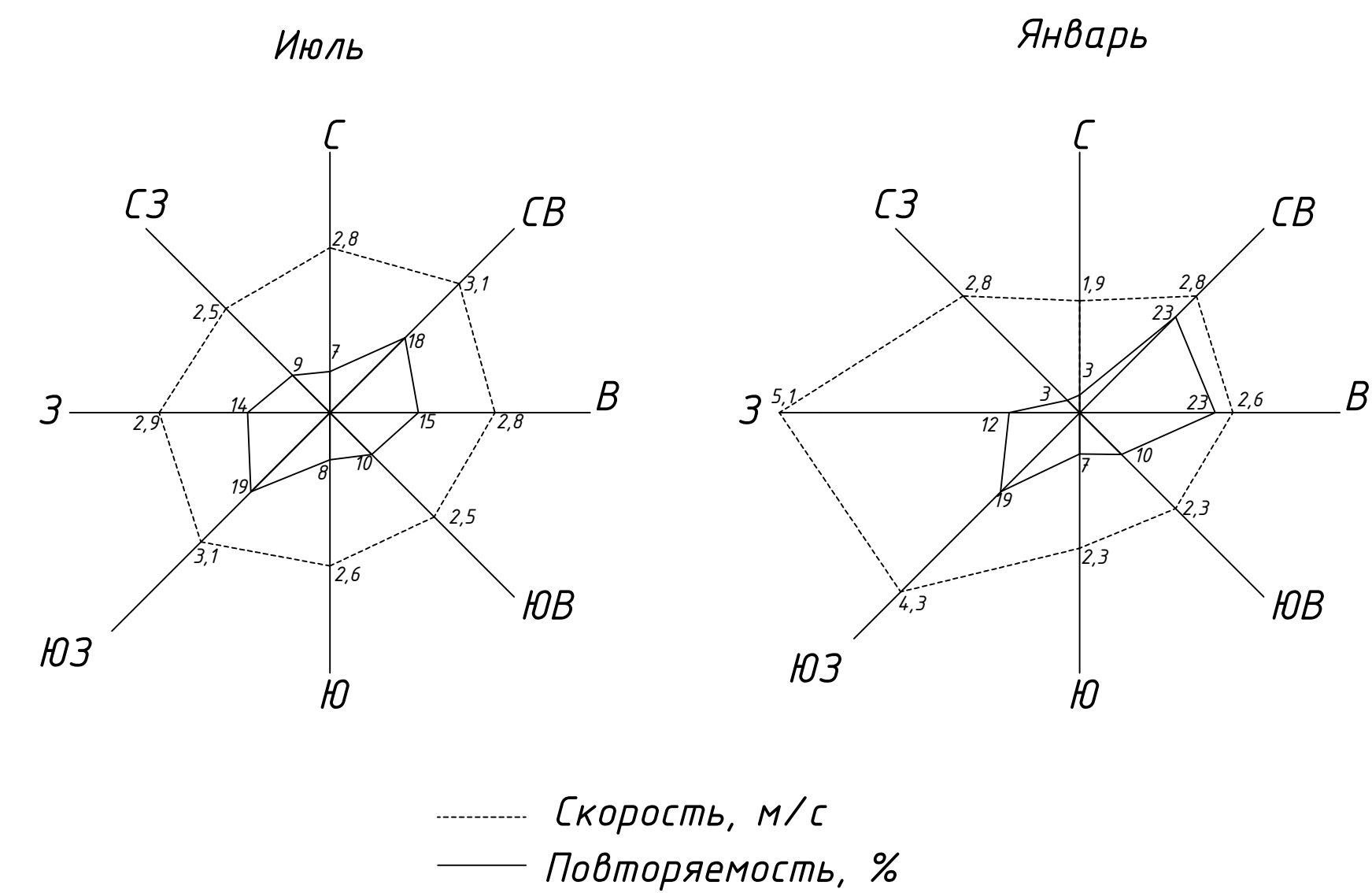
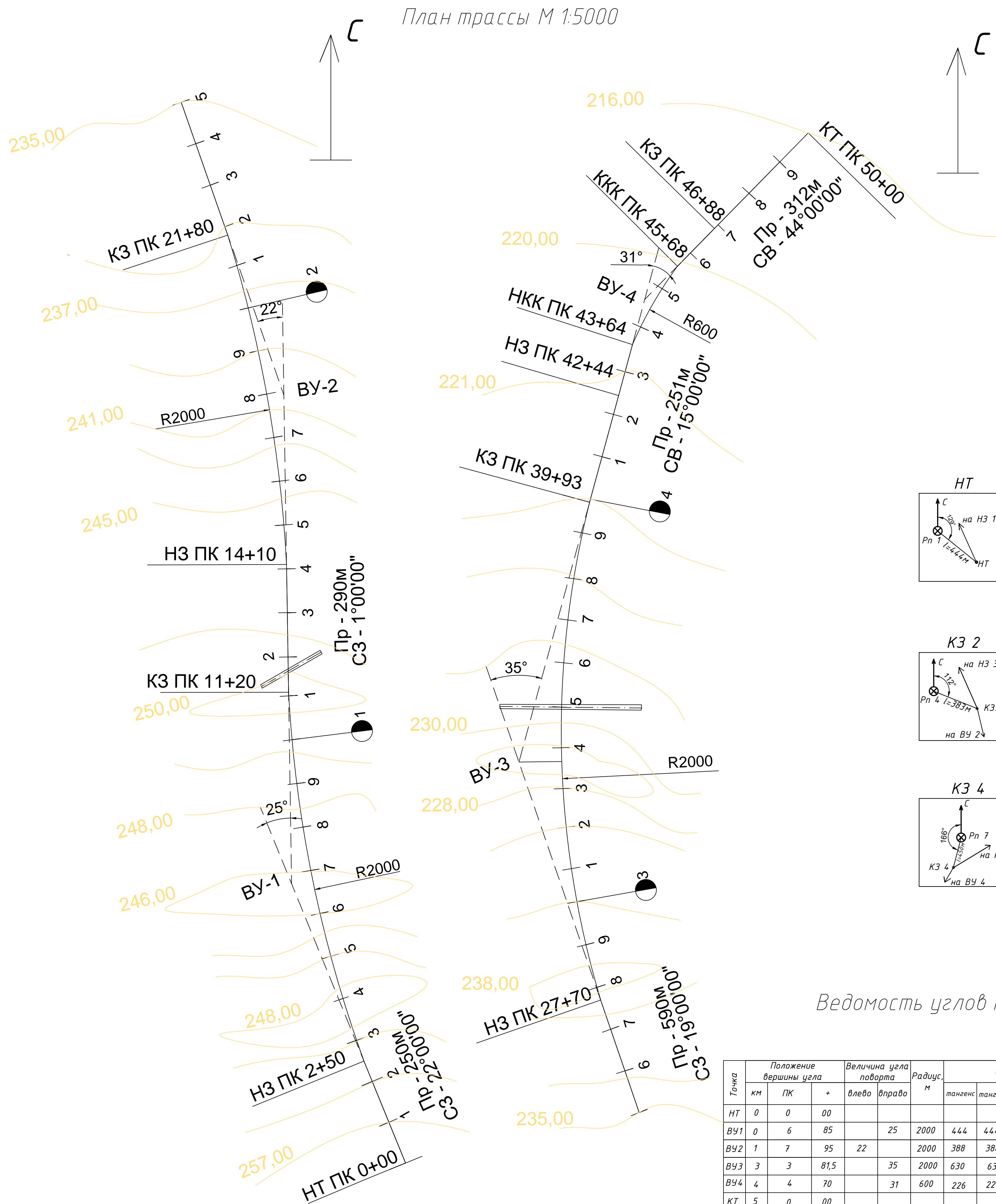
Изменения расстояния боковой видимости от изменения продольного уклона, расчетный автомобиль ВАЗ Нива



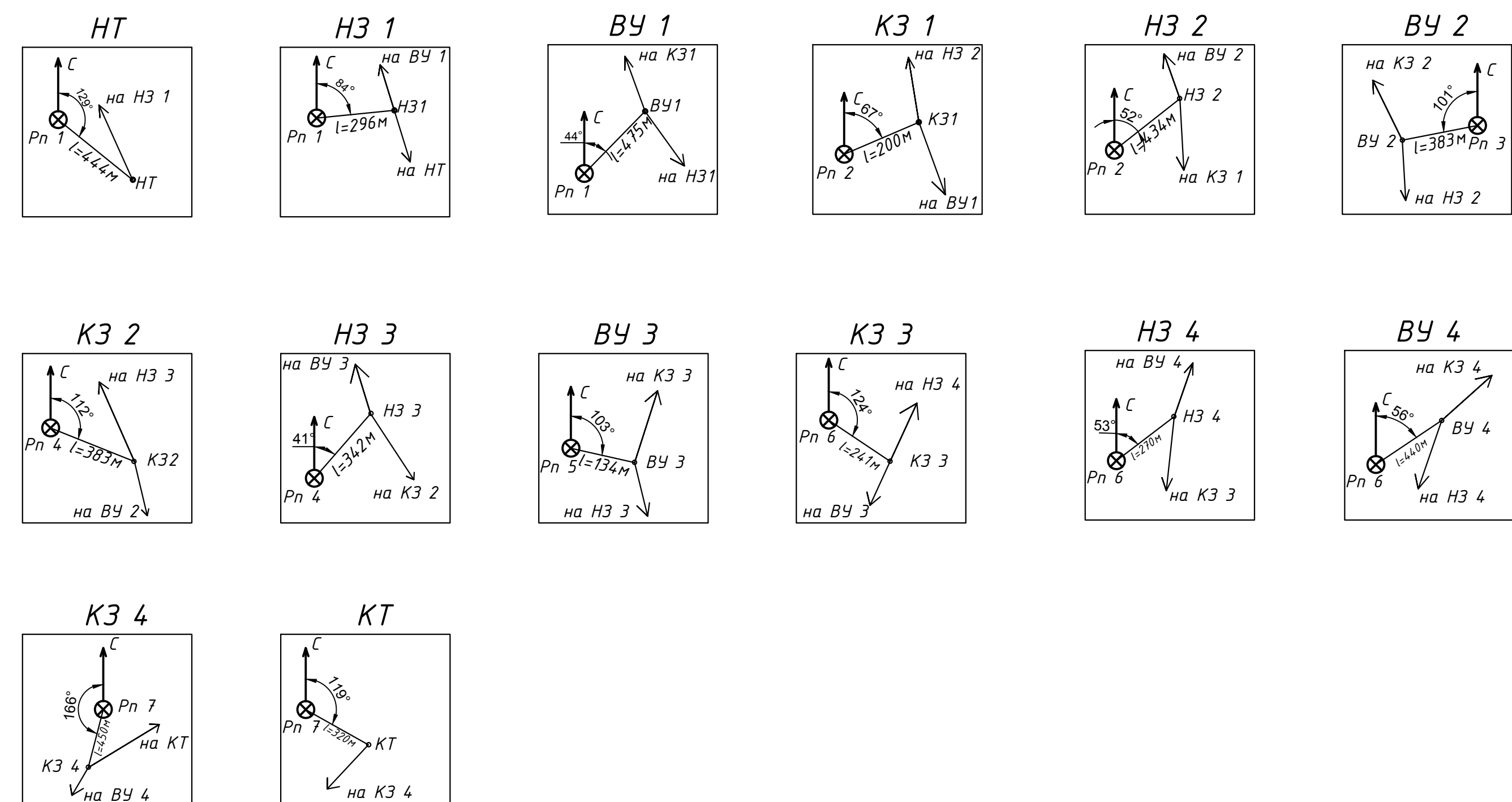
Изменения расстояния боковой видимости от изменения продольного уклона, расчетный автомобиль ВАЗ Нива







Привязка трассы



Ведомость углов поворота, прямых и кривых

Точка	Положение вершины угла			Величина угла поворота		Радиус, м	Элементы кривой, м						Положение переходных кривых						Расстояние между вершинами углов, м	Длин- на прямо- м		
	км	ПК	+	влево	вправо		тангенс	тангенс	переходные кривые	круговая кривая	бис- сек- триса	Начало ПК	Конеч	Конеч	Начало ПК	+	ПК	+			ПК	+
НТ	0	0	00																			
ВУ1	0	6	85		25	2000	444	444	0	0	872	49	2	50	2	50	11	20	11	20	685	250
ВУ2	1	7	95	22		2000	388	388	0	0	768	38	14	10	14	10	21	80	21	80	1110	290
ВУ3	3	3	81,5		35	2000	630	630	0	0	1222	97	27	70	27	70	39	93	39	93	1586,5	590
ВУ4	4	4	70		31	600	226	226	120	120	444	42	42	44	43	64	45	68	46	88	1088,5	251
КТ	5	0	00																		530	312

Проверка заполнения ведомости углов поворота, прямых и кривых

$2\Sigma T - \Sigma K = \Sigma D = 3376 - 3306 = 70$

$\Sigma P + \Sigma K = L = 3306 + 1694 = 5000$

$\Sigma S - \Sigma D = 5070 - 70 = 5000$

						ВКР – 270800.62-2016			
						ИСИ СФУ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	К докум.	Подп.	Дата	Проектирование участка автомобильной дороги, с оценкой боковой видимости полосы, прилегающей к дороге	Стация	Лист	Листов
Разраб.							1		5
Проб.									
Зад. кафедрой		Серватинский				План трассы, ведомость углов поворота, прямых и кривых	Копия 4 Лист		
Институт		Федорова							

